

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИИ АППАРАТА С ГОРЮЧЕЙ ЖИДКОСТЬЮ ПРИ КАТЕГОРИРОВАНИИ ПОМЕЩЕНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Маскалев В.В., Бородин А.А., Корнилов А.А.

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург,
Россия

kornilov_alexeil@mail.ru

Аннотация. В статье представлены основные результаты расчета избыточного давления взрыва в соответствии с требованиями нормативных документов и посредством учета постепенного развития аварийной ситуации.

Ключевые слова: пожарная опасность, категория по взрывопожарной опасности.

SIMULATION OF A VEHICLE ACCIDENT WITH A FLAMMABLE LIQUID WHEN CATEGORIZING PREMISES BY EXPLOSION AND FIRE HAZARD

Maskalev V., Borodin A., Kornilov A.

The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry of Russian
Federation for Civil Defense, Yekaterinburg, Russia

Abstract. The article presents the main results of calculating the excess pressure of the explosion in accordance with the requirements of regulatory documents and by taking into account the gradual development of the emergency situation.

Key words: fire hazard, category of explosion and fire hazard.

Категорирование помещений по взрывопожарной опасности предполагает расчет избыточного давления взрыва при реализации расчетного сценария, который достаточно четко регламентируется требованиями [2]. Основные условия можно кратко сформулировать следующим образом:

– происходит расчетная авария самого большого аппарата или емкости (включая трубопроводы) с поступлением всего содержимого в помещение;

– происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости в течение 3600 с.

Данный набор условных правил применительно к аппаратам с обращением ЛВЖ/ГЖ представляется весьма абстрактным, при этом совершенно не учитываются следующие условия:

1) разгерметизация аппарата не обязательно должна приводить к мгновенному опорожнению, следовательно, должно быть ограничено время поступления ЛВЖ/ГЖ по аналогии с временем отключения трубопроводов;

2) разрушается именно аппарат с наибольшим объемом, несмотря на то, какое еще оборудование присутствует объекте, и в каком процентном соотношении;

3) персонал, для которого производится расчет воздействия избыточного давления взрыва, способного причинить вред здоровью, в течение 3600 с должен находиться в помещении, где произошла утечка ЛВЖ/ГЖ и терпеливо ждать испарения требуемой массы паров, достаточной для создания избыточного давления не менее 5 кПа, хотя отравление парами ЛВЖ/ГЖ наступит, вероятно, гораздо раньше;

4) в период испарения жидкости из пролива (3600 с) его никто не пытается ликвидировать, включая прибывающие согласно [1] в течение не более 10 мин пожарные подразделения.

Набор условных правил для расчетного сценария влечет за собой недостоверную оценку степени потенциальной опасности объекта и, как следствие, неверный набор технических решений. Возможность получить результат, существенно отличающийся от того, который будет получен путем выполнения указанных выше правил, представим в рамках численного эксперимента. Для этого был проведен сравнительный расчет исходя из следующих предпосылок:

1) рассматривается возникновение отверстия в нижней части емкостей типа РГС и РВС;

2) истечение происходит в течение 3600 с;

3) расход жидкости через отверстие рассчитывается согласно [3] с учетом уменьшения уровня жидкости в емкости;

4) одновременно с истечением происходит испарение жидкости из образующегося пролива;

5) учитывается наличие системы аварийной вентиляции производительностью Q_v .

В качестве иллюстрации расчета в такой модели был построен

совмещенный график нескольких параметров, характеризующих процесс пролива и испарения горючей жидкости (бензина АИ-93) из емкости высотой 1 м и диаметром 1 м через отверстие в дне диаметром 25 мм (см. рисунок 1).

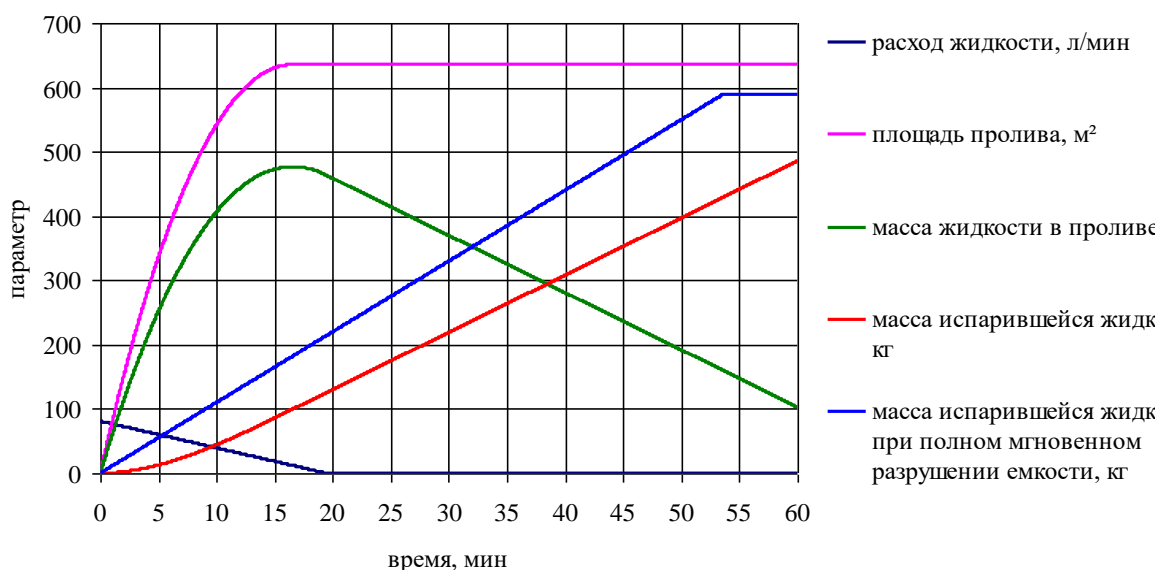


Рисунок 1 – Совмещенный график динамики основных параметров, характеризующих развитие аварии

Основные результаты численного эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ результатов численных экспериментов

Параметр	Тип емкости					
	РВС			РГС		
Площадь помещений, м²	7500	7500	7500	7500	7500	7500
Высота помещения, м	8	8	8	8	8	8
ЛВЖ	АИ-93	АИ-93	АИ-93	АИ-93	АИ-93	АИ-93
Высота/ длина емкости, м	1	3	1	1	2	3
Диаметр емкости, м	1	1	1,73	1	1	1
Объем емкости, м³	0,79	2,36	2,35	0,79	1,57	2,36
Диаметр отверстия, мм	25	25	25	25	25	25
Площадь испарения согласно [2], м²	785,4	2356,2	2350,6	785,4	1570,8	2356,2
Расчетная площадь испарения, м²	635,3	1180,5	1334	652	1108	1440
Относительное уменьшение площади пролива, %	19,1	49,9	43,2	17,0	29,5	38,9
Масса испарившейся ЛВЖ согласно [2], кг	659,6	1978,7	1974,0	659,6	1319,1	1978,7

Параметр	Тип емкости					
	РВС			РГС		
Расчетная масса испарившейся ЛВЖ, кг	485,8	1680,3	934,2	495,6	774,6	939
Относительное уменьшение массы испарившейся ЛВЖ, %	26,3	15,1	52,7	24,9	41,3	52,5
Избыточное давление взрыва согласно [2], кПа	14,9	44,8	44,7	14,9	29,9	44,8
Расчетное избыточное давление взрыва, кПа	11,0	38,1	21,2	11,2	17,5	21,3
Относительное уменьшение избыточного давления взрыва, %	26,3	15,1	52,7	24,9	41,3	52,5

На основании данных таблицы, кроме существенной разницы с результатами расчета по требованиям [2], можно заметить влияние ряда факторов, которые в методике [2] не учитываются, например, на результат расчета основных параметров существенно влияет тип емкости и соотношение горизонтального и вертикального размеров, например, РВС и РГС одного объема избыточное давление взрыва отличается в 1,8 раза, что обусловлено степенью снижения расхода по мере опорожнения емкости.

Таким образом, реализация сценарного подхода позволяет более тщательно и объективно учесть особенности технологического процесса и применяемого оборудования, тем самым принять более взвешенное решение не только в части выбора нормативных решений, но и подбора технических средств по предотвращению и локализации возможной аварийной ситуации.

Библиографический список

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобрен Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Российская газета. – 2008. – № 163; Собр. законодательства РФ. – 2008. – № 30 (ч. I), ст. 3579.

2. СП 12.13130. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: приказ МЧС России от 25.03.2009 г. № 182; введен 01.05.2009 г. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.

3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС России от 10.07.2009 г. № 404; введен 10.07.2009 г. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.